Demostración de la propagación en línea recta de electrones en el espacio libre

Objetivos del experimento

- Demostración de la propagación en línea recta de los electrones en el espacio libre.

Fundamentos

El tubo con cruz de Malta sirve para demostrar la propagación en línea recta de los electrones en el espacio libre de campos. En los experimentos con los tubos diodo y triodo se estudió cualitativamente la existencia de los rayos catódicos.

En el tubo con cruz de Malta se aceleran electrones desde el ánodo hacia una pantalla fluorescente donde son observados como un fenómeno luminoso. El cañón electrónico genera un haz de electrones divergente el cual forma en la pantalla la imagen de un cuerpo situado entre pantalla y cañón electrónico. Entre el ánodo y la pantalla se encuentra una cruz de Malta cuya sombra puede verse en la pantalla. La cruz de Malta puede ser puesta a un potencial cualquiera a través de un terminal aparte.

En el experimento se verifica que la propagación de los electrones en el espacio libre es en línea recta. Para ello la cruz de Malta es puesta al potencial del ánodo y luego se compara la sombra de la cruz producida por el rayo electrónico con la sombra producida por la luz. A partir de la superposición observada de ambas sombras se concluye que los electrones se propagan en línea recta. A continuación con un imán se desvían los electrones, por acción de la fuerza de Lorentz; la imagen de la sombra aparece entonces desplazada y ligeramente deformada.

Finalmente la cruz de Malta se le deja sin potencial para ser cargada negativamente por los electrones que inciden sobre ella. Al mismo tiempo las cargas espaciales generadas alrededor de la cruz de Malta producen un potencial repulsivo de tal forma que la imagen aparece aumentada y deformada sobre la pantalla.

Instrucciones de seguridad:

¡El tubo con cruz de Malta es un tubo de vidrio de vacío y de paredes delgadas, hay peligro de implosión!

- El tubo no debe estar sometido a cargas mecánicas.
- Conecte al tubo sólo con cables de seguridad especiales para la experimentación.
- Siga al pie de la letra las instrucciones de servicio del Tubo con cruz de Malta (555 620) y del Portatubo (555 600).



Fig. 1: Montaje experimental

Materiales

1 tubo con cruz de Malta 555 620
1 portatubo 555 600
1 fuente de alimentación de alta tensión 521 70
1 par de imanes..510 48
1 cable de exp. de seguridad, 25 cm, rojo.............500 611
1 cable de exp. de seguridad, 50 cm, rojo.............500 621
1 cable de exp. de seguridad, 100 cm, rojo...........500 641
1 cable de exp. de seguridad, 100 cm, azul 500 642
2 cables de exp. de seguridad, 100 cm,
negros 500 544

CS-1006

Montaje

La figura 1 muestra el montaje experimental. Para el montaje es necesario realizar los siguiente pasos:

- Instale cuidadosamente el tubo con cruz de Malta en el portatubo.
- Para la calefacción del cátodo conecte las hembrillas F_1 y F_2 del portatubo a la salida posterior de la fuente de alimentación de alta tensión de 10 kV.
- Conecte la hembrilla C del portatubo (casquillo del cátodo del tubo con cruz de Malta) al polo negativo y la hembrilla A (ánodo) al polo positivo de la fuente de alimentación de 10 kV y adicionalmente ponga a tierra el polo positivo.
- Conecte la cruz de Malta a la hembrilla A.

Realización del experimento

- Conecte la fuente de alimentación de alta tensión. El cátodo empezará a calentarse.
- Observe la pantalla fluorescente mientras que aumenta la tensión anódica lentamente hasta 4,5 kV.
- Pase el imán lateralmente por la pantalla y observe el cambio en la imagen.
- Retire el cable entre la hembrilla A y la cruz de Malta. Observe nuevamente el cambio que sufre la imagen.

Observación y evaluación

Después de encender la calefacción del cátodo se verá claramente la sombra de la cruz en la pantalla del tubo. La luz se propaga en línea recta. Por esta razón, al encender la calefacción del cátodo se observa una sombra de la cruz sobre la pantalla.

Al aumentar la tensión anódica sobre la pantalla aparece una segunda sombra que se sobrepone a la sombra producida por la luz del cátodo. Debido a la tensión anódica los electrones son acelerados en dirección de la pantalla. Algunos electrones no inciden sobre la pantalla sino sobre la cruz. Esto produce una segunda sombra sobre la pantalla. Esta sombra casi coincide con la sombra de luz y es una prueba que los haces de electrones se propagan en línea recta, como la luz.

Cuando un imán es pasado por la pantalla, la imagen de la sombra se desplaza y se deforma ligeramente. La dirección del desplazamiento depende de donde se encuentre el imán. En un campo magnético los electrones son desviados debido a la fuerza de Lorentz. Esto produce el desplazamiento de la imagen de la sombra que se observa en la pantalla. Además, la inhomogeneidad del campo magnético es responsable por la ligera deformación, ya que no todos los electrones son desviados con la misma intensidad.

Cuando se retira el cable, con el que la cruz de Malta está conectada al ánodo, la sombra aparece más grande y claramente deformada. En este caso el potencial de la cruz ya no tiene un valor predeterminado y como algunos electrones inciden sobre la cruz, ésta se carga negativamente. Las cargas espaciales alrededor de la cruz repelen a los otros electrones causando el aumento y la deformación de la imagen de la sombra que se observa en la pantalla.

Nota:

Las sombras producidas por la luz y las sombras producidas por electrones no son coincidentes, incluso sin campos exteriores. Es decir, puede haber leves diferencias entre el recorrido del rayo de luz y los electrones debido a la construcción del cañón electrónico.

LD Didactic GmbH · Leyboldstraße 1 · D-50354 Hürth / Alemania · Teléfono: (02233) 604-0 · Fax: (02233) 604-222 · e-mail: info@ld-didactic.de